

# PROGRESO TECNOLÓGICO Y EMPLEO: EVIDENCIA INTERNACIONAL

César ALONSO BORREGO (\*)

## I. INTRODUCCIÓN

**E**l proceso de cambio técnico y sus efectos en la economía y, en particular, en el empleo, sigue siendo un tema controvertido, cuyo interés se ha visto reforzado en la última década como resultado de la dinámica de crecimiento de la producción y del empleo dentro de los países de la OCDE. Así, mientras EE.UU. se encuentra en su octavo año de expansión, con una situación próxima al pleno empleo y escasos riesgos inflacionarios, debido, entre otros factores, a los efectos positivos del cambio tecnológico sobre la productividad, el principal motivo de preocupación en Europa sigue siendo el impacto negativo que el cambio técnico puede tener sobre el nivel de empleo, especialmente en una situación en la que las tasas de desempleo se mantienen en niveles relativamente altos.

A la hora de considerar el impacto del cambio técnico sobre el empleo, se ha partido generalmente de la consideración de dos efectos contrapuestos (véase Martín y Rodríguez-Romero, 1983). El primero, un efecto desplazamiento, que haría desaparecer puestos de trabajo gracias al ahorro de mano de obra inducido por el cambio técnico. El segundo, un efecto compensación, que permitiría reemplazar a los trabajadores desplazados gracias al aumento en la demanda agregada inducido por el cambio técnico. Sin embargo, existen importantes discrepancias sobre cuál de los dos efectos domina.

Evidentemente, el cambio técnico no tiene por qué afectar de forma homogénea a los factores, dado que su grado de complementariedad diferirá entre éstos. Por ello, la importancia del efecto desplazamiento del empleo dependerá del grado de complementariedad o sustituibilidad del factor trabajo con respecto al cambio técnico. Como el trabajo no es un factor homogéneo (difiere por cualificación) los efectos de desplazamiento del empleo variarán con la cualificación. Además, dichos efectos pueden amplificarse si existen rigideces en el ajuste del precio del factor trabajo. Por último, el cambio técnico tiene una incidencia diferente en distintos sectores.

Bajo el denominado efecto compensación, se agrupa la generación de puestos de trabajo creados por el efecto del cambio técnico sobre el crecimiento global de la producción vía expansión de la demanda, o por el proceso de sustitución de factores. Por supuesto, la magnitud de estos efectos compensadores depende de las características del sector (en concreto, de la elasticidad precio de la demanda, del grado de competencia, etc.). Una vez que se incorpora el cambio técnico, el efecto compensador tiene lugar a medida que los efectos del cambio técnico se hacen notar sobre la demanda, sobre las condiciones del mercado, etc. En este sentido, la intensidad de este efecto y la rapidez con que se produce dependerá también de la capacidad de la economía para ajustarse a las nuevas condiciones.

En este trabajo, se pretende evaluar la importancia del cambio técnico en el nivel de empleo. Para ello, se utiliza un panel de datos de los principales sectores para distintos países de la OCDE para evaluar cómo afecta la intensidad innovadora a las variaciones en el empleo. En el análisis se considera una especificación común para todos los países, pero permitiremos diferencias en los coeficientes que tengan en cuenta tanto las diferencias en el funcionamiento de los mercados como la heterogeneidad en los factores de producción (trabajo, capital físico) debido a su distinta composición. Además, en línea con Machin y Van Reenen (1998), se utiliza información del gasto en I+D a escala sectorial para considerar, a través de dicha medida de cambio técnico, su efecto en el empleo del sector.

Este trabajo se organiza de la siguiente forma. En el apartado II, se presenta una panorámica sobre las principales contribuciones teóricas y empíricas sobre los efectos del cambio técnico en el crecimiento de la economía; en el III, se describen las principales características de las variables utilizadas; en el IV, se define brevemente el marco de análisis; en el V, se presentan la metodología y los resultados de la estimación, y en el apartado VI, se ofrecen las principales conclusiones.

## II. CAMBIO TÉCNICO Y EMPLEO: UNA PANORÁMICA

En el estudio del cambio técnico y sus efectos en la economía cabe distinguir tres grandes corrientes de análisis: el modelo neoclásico representado por Solow, la corriente neokeynesiana, que introduce el concepto de desequilibrio, y por último, el enfoque neo-schumpeteriano, más centrado en

la generación, contenido y difusión del proceso de cambio tecnológico.

En el planteamiento estrictamente neoclásico, los supuestos de flexibilidad de precios y salarios aseguran que los mercados se equilibran y hacen imposible la aparición de desempleo o de problemas de racionamiento. Al margen de las críticas relacionadas con este supuesto, este soporte teórico ha permitido desarrollos teóricos importantes asociados a la interacción de la tecnología con el grado de competencia de los mercados (véase Hall, 1990), o con la importancia del efecto sustitución entre trabajo y ocio. Dichos desarrollos han permitido establecer los efectos de *shocks* tecnológicos en el crecimiento de la producción y del empleo. Trabajos posteriores han puesto el énfasis en la interacción entre externalidades, rendimientos a escala en la función de producción (Romer 1986 y 1990, y Lucas, 1988) y efectos inducidos del cambio tecnológico sobre la economía. Como conclusión, cabría decir que solamente bajo los supuestos de flexibilidad de precios, rendimientos constantes a escala y neutralidad del *shock* tecnológico, dicho *shock* no afecta a la demanda de trabajo. Si, por el contrario, el *shock* está sesgado en favor de alguno de los *inputs* utilizados en la función de producción, la demanda de trabajo podría de hecho aumentar o disminuir en función de las elasticidades de la demanda de factores.

En contraste con este planteamiento, la corriente nekeynesiana ha puesto el énfasis en la existencia de imperfecciones de mercado, problemas de información y/o rigideces de precios que impiden que los mercados se equilibren automáticamente. En estas condiciones, el cambio tecnológico puede tener implicaciones no sólo en el nivel de empleo, sino en la propia dinámica de evolución del desempleo. Neary (1981) y Sinclair (1981) ponen en evidencia que, en presencia de rigideces nominales en los salarios, basta con que la elasticidad de la demanda de trabajo sea mayor que la unidad para que un *shock* tecnológico neutral en el sentido de Hicks aumente la demanda de trabajo y reduzca el desempleo.

Los resultados obtenidos son todavía más precisos cuando se hacen supuestos más estrictos sobre el grado de rigidez de los salarios y de imperfección en los mercados. Barro y Grosman (1971), y Malinvaud (1997), entre otros, consideran la existencia de dos mercados (bienes y trabajo) y dos *inputs*, y concluyen que el efecto de un *shock* tecnológico sobre el empleo puede ser negativo si existe un exceso de oferta en alguno de los dos mercados (bienes o trabajo).

Es difícil, sin embargo, hacer previsiones sobre las implicaciones en el empleo sin tener en cuenta la realidad multisectorial de la economía y la interacción intersectorial en la dinámica de expansión del *shock* tecnológico. Desde esta perspectiva, la senda de evolución de los salarios y la difusión intersectorial de la tecnología son variables clave para determinar el equilibrio final del sistema ante un *shock* tecnológico.

El supuesto común en la discusión realizada hasta ahora es la consideración del *shock* de productividad como un fenómeno exógeno. Conviene, sin embargo, prestar atención a una última línea de investigación que ha tratado de endogeneizar el propio proceso de cambio tecnológico. Dentro de la tradición post-keynesiana, dicha línea de investigación se ha centrado en la determinación de los canales de causalidad que subyacen al cambio tecnológico, aproximando éste a través de las ganancias de productividad. Fagerberg (1991) formaliza de hecho el vínculo entre mecanismo de formación de salarios, cambio tecnológico y crecimiento del empleo, y analiza las interdependencias que surgen entre los mismos. Sylos Labini (1990), por el contrario, desplaza el énfasis a las diferencias de precios relativos de capital y trabajo para explicar el efecto del *shock* de productividad en el empleo. No obstante, los avances realizados en esta línea han seguido dejando abiertas cuestiones tan importantes como la naturaleza del cambio tecnológico, su difusión o, lo que es más importante, la relevancia del sector productivo en la generación de este proceso.

Para responder a estas preguntas, se han utilizado formulaciones más realistas, que consideran el cambio técnico desde una perspectiva amplia, más allá de la medición estricta de las ganancias de productividad. A medida que aumenta el grado de realismo del análisis, resulta más necesario analizar el efecto del *shock* tecnológico a todos los niveles posibles, desde el máximo nivel de agregación hasta el nivel de empresa. Desde esta perspectiva más estructuralista, es posible analizar la interacción del cambio tecnológico con la estructura competitiva del mercado y el proceso de decisión de las empresas. Dentro de esta escuela, el enfoque más puramente schumpeteriano insiste en la interacción entre el cambio tecnológico y la estructura de competencia en un determinado sector o industria, o en la propia dinámica de ciclos de la economía.

La segunda línea de evolución de este enfoque estructuralista está liderada por Hicks (1973), que se centra fundamentalmente en la dinámica tem-



poral del proceso de cambio tecnológico. Su análisis contrasta claramente con el enfoque más tradicional, que considera el aumento de productividad como un proceso monótono y sin grandes rupturas. Por el contrario, este enfoque analiza la evidencia empírica de que el proceso de cambio tecnológico tiende a ocurrir con fuertes discontinuidades, que pueden acabar trasladándose en fuertes ciclos de crecimiento o desaceleración de la actividad económica. El principal aspecto de interés en esta línea es la transición al nuevo estado estacionario tras la aparición de una innovación tecnológica. El efecto, en términos de empleo y producción, depende fundamentalmente de los coeficientes técnicos de las dos tecnologías (la anterior y la posterior a la innovación tecnológica), pero, además, es posible obtener situaciones de sobreajuste (*overshooting*) en el empleo o el desempleo durante el proceso de transición.

Llegados a este punto, es evidente que, al analizar el efecto de la tecnología, es mucho más interesante considerar la complementariedad de los distintos enfoques, utilizando aquellos que se ajustan más directamente al objetivo de la investigación. En esta línea de mayor eclecticismo se encuentran algunos de los intentos más recientes de avanzar en la clarificación de la relación entre tecnología y empleo, buscando vías para contrastar distintas hipótesis dentro de modelos suficientemente flexibles como para poder encuadrar dichas hipótesis.

No obstante, conviene reconocer que no hay una medida que refleje en su totalidad lo que entendemos como «cambio técnico». El concepto de cambio técnico engloba toda una serie de fenómenos que afectan a la estructura productiva de las empresas, entre los que se encuentran las innovaciones tecnológicas que determinan cambios en el proceso de producción (lo que incluye en parte cambios en el capital físico) y en la naturaleza de los productos. Como medición imperfecta de este conjunto de dichas innovaciones tecnológicas, disponemos del gasto en I+D realizado por las empresas que, en presencia del *stock* de capital físico (que captura lo que se conoce como cambio técnico incorporado), permite medir una parte del cambio técnico no incorporado. Dicha variable medirá este componente del cambio técnico con mayor error cuanto menor sea la proporción de gasto que genera innovaciones exitosas. Por otra parte, a la hora de medir cambio técnico con base en el gasto en I+D, se genera también un error, al no tenerse en cuenta las importaciones de tecnología realizadas por las empresas.

Sin embargo, dentro del cambio técnico cabe incluir también cambios en la organización de la producción y en la distribución del producto, cambios en las características del capital humano de los trabajadores, así como cambios en el concepto mismo de empresa. Algunos de estos fenómenos son, en la práctica, imposibles de medir. Esta definición amplia de cambio técnico, que agrupa toda una serie de fenómenos de muy diversa naturaleza, pero íntimamente conectados, ha sido definida por Snower (1998) como «revolución organizativa». Como Snower señala, es prácticamente imposible separar la aparición de los distintos fenómenos que determinan esta revolución organizativa.

Snower (1998) apunta que las posibilidades de aprovechar las sinergias asociadas a los profundos cambios tecnológicos y organizativos dependen, en buena medida, de las características institucionales del mercado de trabajo. En este sentido, las rigideces en el mercado de trabajo asociadas a la fijación de salarios o al ajuste de plantillas, o políticas de fomento del empleo poco adecuadas, pueden impedir que la economía de un país explote plenamente las ventajas de los cambios asociados a la incorporación de nuevas tecnologías. Aquellos países con instituciones laborales más flexibles ante cambios en la organización de la economía estarán en mejores condiciones para aumentar su competitividad relativa.

Los países de la OCDE se han clasificado tradicionalmente en tres grupos de acuerdo con el funcionamiento institucional del mercado de trabajo. En un primer grupo, los países anglosajones se han caracterizado por un mercado de trabajo altamente desregulado, sin fuertes restricciones al despido y con escasa protección al desempleo. En segundo lugar, y en una situación opuesta, se encuentran los países europeos, con fuertes regulaciones institucionales que dificultan el despido de trabajadores, con salario mínimo legal y un generoso sistema público de subsidio al desempleo. Por último, en el caso de Japón, si bien no hay fuertes regulaciones legales, en la práctica existe una arraigada cultura empresarial que lleva a una relación trabajador-empleado casi permanente. Desde los años ochenta, se ha llevado a cabo una importante desregulación del mercado de trabajo en varios países europeos, dirigida a eliminar rigideces que entorpecían los procesos de reestructuración de las empresas. Sin embargo, estas reformas no se han desarrollado con igual intensidad en todos los países europeos, de manera que actualmente existen importantes diferencias entre países en la capacidad de las empresas para reorganizar sus plantillas en el corto plazo. En la discusión de re-

sultados, se tratará de evaluar en qué medida las características del mercado de trabajo permiten explicar las diferencias en las estimaciones para los distintos países.

### III. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

La base de datos utilizada contiene información para los países de la UE (Bélgica y Luxemburgo unidos), EE.UU. y Japón, con la clasificación sectorial de NACE-CLIO R-25. Las principales variables incluidas son: empleo, horas de trabajo, costes de personal, valor añadido, *stock* de capital físico, gasto en actividades de I+D y *stock* de capital tecnológico obtenidos de la Base de Datos Sectorial del Departamento de Estudios Europeos de la Fundación de las Cajas de Ahorros (BDS-DEE-FUNCAS), a partir de información obtenida de EUROSAT, OCDE y UNESCO.

En el cuadro n.º 1, se presenta la clasificación sectorial utilizada, así como el coeficiente de correlación de rango de Spearman entre el esfuerzo tecnológico (definido como el gasto en I+D por unidad de producto) y el empleo. Este coeficiente ha sido

calculado sector a sector y utilizando datos de todos los países considerados (1). Junto a cada coeficiente de correlación de rango, se presenta el p-valor, o nivel de significación a partir del cual se rechaza la hipótesis nula de que dicho coeficiente es estadísticamente igual a cero.

En primer lugar, puede verse que la mayor parte de las correlaciones de rango son positivas. Además, en los casos en que aparecen coeficientes negativos, son claramente no significativos, excepto en hostelería (al 3,6 por 100) y transporte interior (al 6,3 por 100).

Dentro de las manufacturas, encontramos correlaciones generalmente menores para los sectores más tradicionales, caracterizados por una intensidad tecnológica baja, destacando la industria textil y la alimenticia. Sin embargo, hay una notable excepción, de acuerdo con esta clasificación, que corresponde a la industria del papel e impresión, donde la correlación de rango entre esfuerzo tecnológico y empleo es bastante elevada. En este sector se han producido cambios técnicos importantes dentro del subsector de la edición gracias a la extensión en el uso de la informática. En todo caso, los sectores típicamente asociados a intensidad

CUADRO N.º 1

#### COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN ENTRE ESFUERZO TECNOLÓGICO Y EMPLEO POR SECTORES

Sectores	Coeficiente de Spearman	p-valor
3. Minerales y metales féreos y no féreos .....	0,1250	0,0394
4. Minerales y productos no metálicos .....	0,2091	0,0005
5. Productos químicos.....	0,5459	0,0000
6. Productos metálicos .....	0,1927	0,0014
7. Maquinaria agrícola e industrial .....	0,4217	0,0000
8. Máquinas de oficina y proceso de datos .....	0,3195	0,0000
9. Material y equipo eléctrico.....	0,4826	0,0000
10. Material de transporte .....	0,7772	0,0000
11. Productos alimenticios y tabaco .....	0,0083	0,8912
12. Textiles, cuero y vestido .....	-0,0471	0,4389
13. Papel, artículos de papel e impresión .....	0,3038	0,0000
14. Caucho y plásticos .....	0,2929	0,0000
15. Otros productos manufacturados y madera .....	0,3360	0,0000
16. Construcción .....	0,4245	0,0000
17. Comercio, recuperación y reparación .....	-0,0294	0,6989
18. Alojamiento y restauración .....	-0,1987	0,0358
19. Transporte interior .....	-0,1130	0,0627
20. Transporte marítimo y aéreo .....	0,0840	0,1669
21. Servicios anexas a los transportes .....	0,0060	0,9209
22. Comunicaciones .....	0,3668	0,0000
23. Instituciones de crédito y seguros .....	0,1157	0,1934
24. Otros servicios destinados a la venta .....	0,2425	0,0001
25. Servicios no destinados a la venta .....	0,6016	0,0000



tecnológica media y alta son los que presentan mayores correlaciones de rango, destacando los sectores de mayor dinamismo, como material de transporte, químicas, material eléctrico y maquinaria.

Cabe hacer una mención especial a los sectores de comunicaciones y de servicios no financieros, donde encontramos elevadas correlaciones, particularmente en el caso de servicios no destinados a la venta. Precisamente, las actividades de servicios han experimentado un gran desarrollo, adquiriendo una importancia creciente en lo que respecta a su peso en el PIB y en el empleo de buena parte de los países desarrollados. En este sentido, destaca el sector de servicios no destinados a la venta, que presenta una de las correlaciones de rango más elevadas, que, básicamente, se debe al gasto en I+D realizado por el sector público.

Con objeto de describir las características de la estructura productiva de los países considerados, en los cuadros n.ºs 2 y 3 se presentan, para cada uno de ellos, la distribución sectorial y la variación sectorial del empleo. Con objeto de dar una panorámica más simplificada, los sectores se han agrupado en seis grandes grupos. Los tres primeros corresponden a una agrupación de la industria según su actividad, sea intensiva en tecnología, de tecnología media, o de intensidad tecnológica baja, respectivamente. Los tres restantes corresponden a construcción, comercio y servicios (financieros y no financieros), respectivamente. Dado que no se disponía de la información sobre los sectores de transportes y de comunicaciones para todos los países, éstos han sido excluidos del análisis descriptivo. También se han eliminado del análisis los sectores de agricultura y energía. Se han tomado los años 1980, 1988 y 1995 como años de referencia.

Puede apreciarse que el sector servicios representa el mayor peso en el empleo, con la excepción de Japón, en el que destacan las manufacturas de intensidad tecnológica baja. Asimismo, se aprecia una importante caída en el peso del empleo industrial. En general, el sector manufacturero de baja tecnología es el responsable principal de la caída del empleo industrial, mientras que el sector manufacturero intensivo en tecnología experimenta la menor caída en términos relativos dentro de la industria. La caída del empleo industrial parece mucho más acusada en Reino Unido, Francia e Italia, siendo más moderada en aquellos países europeos que parten de un menor grado de desarrollo industrial (incluso en el caso de Irlanda y Portugal, el empleo industrial aumenta en términos absolutos y relativos). En la segunda parte del período

muestral, la caída del empleo industrial se hace más acusada para las actividades intensivas en tecnología.

En el cuadro n.º 4 se presenta, para cada país, la distribución sectorial del gasto en I+D. En el cuadro n.º 5 se presentan las tasas de variación del I+D para los períodos 1980-1988 y 1988-1995. Destacan, como cabe esperar, las industrias de intensidad tecnológica media y alta, así como el sector servicios, como los principales motores de la innovación tecnológica.

También puede apreciarse que la distribución sectorial es más estable para aquellos países que parten de niveles de desarrollo más elevados, con la excepción de Japón, que experimenta un notable incremento en el peso del sector industrial de intensidad tecnológica alta. Un aspecto llamativo es el enorme peso del sector servicios en el caso de países de menor grado de desarrollo, como Grecia, Portugal e Irlanda, frente a la escasa importancia de los sectores industriales. El crecimiento del gasto en I+D en los sectores industriales de estos países está muy por encima de la media, debido en buena parte a los bajos niveles de partida. En este sentido, se observa un enorme incremento en el empleo y en el gasto en I+D en el sector industrial intensivo en tecnología en Irlanda desde finales de los ochenta, que refleja el desarrollo de una incipiente industria de alto contenido tecnológico, con la industria de computadoras a la cabeza.

Por otro lado, destaca el enorme crecimiento en los ochenta del gasto en I+D en los sectores de construcción y comercio, que en el caso del comercio hacen aumentar de forma significativa el peso de este sector en el gasto en I+D. Nótese que, como se ha mencionado anteriormente, este hecho va acompañado de un notable incremento en el peso de estos sectores en el empleo total.

En resumen, parecen existir patrones comunes por sectores en cuanto a sus contribuciones al empleo y al gasto en I+D y en la evolución de éstas. Sin embargo, el mayor crecimiento relativo en el gasto en I+D tiene lugar en los sectores industriales intensivos en tecnología y en el sector comercial, siendo la evolución del empleo en estos sectores más dispar. También cabe destacar que aunque las manufacturas de intensidad tecnológica baja ven disminuir su empleo tanto en términos absolutos como relativos, su gasto en I+D se mantiene relativamente estable. Dichos patrones presentan no obstante diferencias según el grado de desarrollo económico de los países considerados, con la notable excepción de Japón, que presenta un patrón

CUADRO N.º 2

## PESO RELATIVO DEL EMPLEO POR SECTORES Y PAÍSES

	SECTORES					
	Tecnología alta	Tecnología media	Tecnología baja	Construcción	Comercio	Servicios
<b>Año 1980</b>						
Alemania .....	9,7	14,7	20,6	11,2	7,3	36,5
Austria .....	7,2	11,2	22,2	11,3	9,2	38,8
Bélgica .....	5,1	8,4	17,2	10,6	9,3	49,4
Dinamarca .....	3,8	9,3	14,5	10,6	9,5	52,2
España .....	4,6	10,8	23,6	14,2	10,2	36,6
Finlandia .....	3,8	13,3	20,4	11,6	10,6	40,4
Francia .....	6,2	11,5	17,0	12,1	7,7	45,5
Reino Unido .....	7,2	12,7	16,5	9,2	9,0	45,4
Grecia .....	2,8	7,9	24,2	13,5	7,6	44,0
Holanda .....	5,9	6,9	15,1	12,7	9,1	50,3
Irlanda .....	5,5	5,9	23,1	13,3	8,0	44,2
Italia .....	5,9	12,2	23,4	12,3	8,8	37,5
Japón .....	10,1	15,4	24,0	20,9	11,8	17,9
Portugal .....	3,4	8,1	29,2	17,9	7,9	33,5
Suecia .....	6,8	11,9	13,7	8,7	8,1	50,8
EE.UU. ....	6,6	10,0	14,8	8,4	6,8	53,5
TOTAL .....	5,7	10,3	20,5	12,6	8,7	42,8
<b>Año 1988</b>						
Alemania .....	9,9	14,6	17,3	9,3	7,4	41,6
Austria .....	6,8	10,5	18,6	9,8	10,1	44,2
Bélgica .....	4,6	7,5	14,0	8,0	8,2	57,6
Dinamarca .....	4,2	9,2	13,5	9,5	9,6	54,0
España .....	4,2	9,6	20,1	13,2	8,9	43,9
Finlandia .....	3,8	10,1	16,5	11,8	10,7	47,1
Francia .....	5,7	9,1	13,9	10,2	8,0	53,1
Reino Unido .....	6,2	10,7	13,5	8,7	8,0	52,9
Grecia .....	2,8	6,9	25,3	11,2	6,9	46,9
Holanda .....	5,9	6,1	13,0	10,3	9,1	55,6
Irlanda .....	7,1	5,6	17,5	10,4	7,5	51,9
Italia .....	4,8	9,7	19,1	10,6	9,7	46,2
Japón .....	12,1	14,8	23,4	19,8	11,5	18,4
Portugal .....	3,9	7,2	29,2	14,0	6,3	39,4
Suecia .....	5,5	11,2	12,3	7,9	8,1	55,0
EE.UU. ....	5,6	8,8	11,8	8,7	6,4	58,8
TOTAL .....	5,6	9,3	17,7	11,0	8,5	48,8
<b>Año 1995</b>						
Alemania .....	8,3	13,3	15,4	9,6	6,8	46,6
Austria .....	6,1	10,1	14,7	10,5	10,3	48,3
Bélgica .....	4,6	7,2	13,0	8,7	8,0	58,4
Dinamarca .....	3,9	8,9	12,5	8,6	9,2	56,9
España .....	3,7	8,7	17,1	13,2	8,7	48,7
Finlandia .....	3,5	10,2	14,7	8,7	10,6	52,3
Francia .....	5,0	7,9	11,7	8,9	7,8	58,6
Reino Unido .....	5,7	9,7	12,4	7,7	8,8	55,7
Grecia .....	2,8	7,0	24,8	11,1	6,9	47,4
Holanda .....	5,0	6,1	12,3	9,8	9,4	57,5
Irlanda .....	8,6	6,8	15,3	10,1	8,3	50,9
Italia .....	4,3	8,7	17,4	10,7	9,6	49,3
Japón .....	11,4	14,5	22,3	21,7	11,7	18,4
Portugal .....	3,6	5,9	29,2	13,3	5,4	42,6
Suecia .....	5,0	9,7	10,8	6,9	8,3	59,3
EE.UU. ....	4,5	7,9	10,1	7,6	6,4	63,5
TOTAL .....	5,2	8,7	16,0	10,7	8,4	51,8

CUADRO N.º 3

**VARIACIÓN DEL EMPLEO POR SECTORES**  
(En porcentaje)

	SECTORES					
	Tecnología alta	Tecnología media	Tecnología baja	Construcción	Comercio	Servicios
<b>1980-1988</b>						
Alemania .....	4,8	2,1	-12,3	-14,9	1,8	12,9
Austria .....	-6,2	-7,8	-17,4	-11,8	8,4	11,2
Bélgica .....	-7,8	-6,3	-14,4	-18,4	-12,4	13,3
Dinamarca .....	18,6	11,5	6,9	11,8	10,0	9,7
España .....	4,1	3,7	-2,5	8,1	-6,8	23,0
Finlandia .....	6,5	-20,2	-14,1	8,6	4,6	18,1
Francia .....	-4,3	-18,0	-13,9	-12,7	6,3	16,5
Reino Unido .....	-10,6	-12,3	-14,8	-0,1	-6,3	20,3
Grecia .....	3,5	-11,0	7,0	-15,4	-5,9	9,7
Holanda .....	5,8	-4,1	-6,6	-4,6	4,9	13,0
Irlanda .....	15,1	-12,0	-29,8	-25,1	-12,8	8,5
Italia .....	-7,8	-14,0	-12,8	-10,7	12,5	22,9
Japón .....	15,0	0,4	2,2	0,0	2,3	4,4
Portugal .....	29,5	10,8	19,6	-4,4	-3,5	33,1
Suecia .....	-14,4	2,4	-1,7	-4,2	4,6	11,2
EE.UU. ....	-3,2	1,3	-7,9	20,5	7,3	21,6
<b>1988-1995</b>						
Alemania .....	-13,6	-5,3	-7,7	7,8	-3,8	15,5
Austria .....	-5,7	2,0	-17,6	12,8	7,5	14,7
Bélgica .....	2,2	-0,9	-4,8	10,7	0,6	4,2
Dinamarca .....	-8,4	-4,9	-9,5	-12,4	-6,2	3,5
España .....	-2,9	-0,6	-6,1	10,1	7,5	20,3
Finlandia .....	-23,2	-13,0	-25,1	-43,3	-14,1	-3,2
Francia .....	-8,3	-9,7	-13,1	-8,8	1,4	14,0
Reino Unido .....	-12,5	-14,3	-12,6	-17,4	5,5	0,7
Grecia .....	15,1	15,9	11,8	12,8	13,4	14,9
Holanda .....	-8,2	7,7	3,3	3,0	12,3	12,0
Irlanda .....	34,4	36,2	3,2	13,7	25,8	14,5
Italia .....	-11,9	-12,0	-10,5	-0,7	-2,0	5,2
Japón .....	-0,8	3,5	0,8	14,4	7,9	6,0
Portugal .....	-3,6	-17,3	3,4	-1,4	-12,3	10,9
Suecia .....	-19,4	-22,9	-21,7	-22,0	-5,9	-1,2
EE.UU. ....	-11,4	-1,2	-6,2	-4,5	9,2	16,8

diferenciado respecto a los restantes países. Como comentario general, si bien el crecimiento en el empleo en algunos sectores va acompañado de un aumento importante en el esfuerzo innovador, no parece existir una relación muy estrecha para todos los sectores y países considerados entre I+D y empleo. La evidencia descriptiva preliminar sugiere que el I+D no tiene un efecto homogéneo, de manera que si bien en algunos casos aparece como claramente complementario al empleo, en otros cabe pensar que los cambios tecnológicos asociados a la inversión en I+D conducen a ahorros sustanciales de mano de obra.

#### IV. MARCO TEÓRICO

La decisión de empleo de las empresas que configuran cada sector se encuadra en un contexto de maximización del valor presente descontado de los beneficios presentes y futuros en términos reales, dadas las restricciones que determinan la tecnología y los costes de ajustar los distintos factores de producción. La solución de este problema genera una función de demanda de trabajo que puede aproximarse en forma lineal logarítmica como:

$$l_{it} = \alpha_0 + \alpha_x X_{it-1} + \alpha_w W_{it} + \alpha_K P_{it}^K + \alpha_F P_{it}^F + \varepsilon_{it}$$



CUADRO N.º 4

## DISTRIBUCION PORCENTUAL DEL GASTO EN I+D

	SECTORES					
	Tecnología alta	Tecnología media	Tecnología baja	Construcción	Comercio	Servicios
<i>Año 1980</i>						
Alemania .....	36,0	26,1	4,9	0,2	0,3	32,6
Austria .....	19,3	15,3	7,3	0,5	1,1	56,5
Bélgica .....	34,0	7,9	13,3	0,6	0,0	44,2
Dinamarca .....	19,9	13,5	5,5	0,3	0,9	59,9
España .....	18,7	14,7	7,7	1,3	1,0	56,6
Francia .....	25,9	24,4	4,2	0,4	0,1	45,0
Reino Unido .....	33,7	15,1	4,0	0,3	0,5	46,4
Grecia.....	6,0	6,4	4,4	0,0	1,6	81,5
Holanda .....	35,7	4,5	6,0	0,5	0,4	52,9
Irlanda .....	17,1	5,2	14,5	0,2	0,7	62,4
Italia .....	16,9	15,1	2,5	0,6	0,3	64,6
Japón .....	22,4	14,2	9,4	1,7	2,2	50,2
Portugal .....	13,4	4,3	3,5	0,1	0,0	78,7
Suecia .....	21,4	27,8	11,5	0,0	0,6	38,6
EE.UU. ....	32,2	25,8	4,5	0,2	0,4	36,8
TOTAL .....	23,5	14,9	6,9	0,5	0,7	55,5
<i>Año 1988</i>						
Alemania .....	38,4	25,7	4,2	0,4	0,8	30,5
Austria .....	24,3	14,5	9,2	0,3	1,2	50,5
Bélgica .....	49,2	8,1	10,6	0,3	0,0	31,7
Dinamarca .....	24,3	12,8	5,5	0,3	1,7	55,4
España .....	26,5	15,2	5,7	0,4	0,7	51,4
Francia .....	28,7	22,0	3,7	0,4	0,1	45,1
Reino Unido .....	28,9	17,2	3,3	0,3	3,3	47,1
Grecia.....	5,6	5,9	3,8	0,2	0,7	83,8
Holanda .....	39,0	6,0	5,2	0,4	0,5	48,9
Irlanda .....	30,2	5,0	15,1	0,1	1,2	48,4
Italia .....	25,5	20,6	3,1	0,2	0,3	50,3
Japón .....	35,4	16,9	9,3	1,5	1,9	35,0
Portugal .....	7,9	1,6	5,0	0,0	2,5	83,1
Suecia .....	26,5	25,3	7,2	0,1	1,9	39,0
EE.UU. ....	31,2	28,1	3,5	0,1	1,5	35,6
TOTAL .....	28,1	15,2	6,3	0,3	1,2	50,9
<i>Año 1995</i>						
Alemania .....	34,8	26,5	3,7	0,1	0,4	34,5
Austria .....	25,8	14,6	8,1	0,5	1,4	49,6
Bélgica .....	47,8	6,5	10,3	0,2	0,0	35,1
Dinamarca .....	22,2	13,6	4,1	0,1	1,6	58,4
España .....	21,7	18,6	6,0	0,1	1,8	51,8
Francia .....	31,8	21,3	4,7	0,4	1,9	39,8
Reino Unido .....	33,5	18,4	3,1	0,0	3,3	41,8
Grecia.....	9,2	3,4	4,1	0,0	0,3	83,0
Holanda .....	33,5	5,9	6,4	0,3	1,0	52,9
Irlanda .....	43,4	10,3	18,4	0,0	1,7	26,2
Italia .....	29,0	18,9	3,3	0,1	1,5	47,2
Japón .....	44,9	15,9	7,3	1,4	1,5	29,1
Portugal .....	11,6	2,2	5,6	0,0	2,9	77,8
Suecia .....	37,8	24,1	5,3	0,1	2,3	30,4
EE.UU. ....	34,8	18,6	4,1	0,1	2,7	39,8
TOTAL .....	30,8	14,8	6,3	0,2	1,6	48,4



CUADRO N.º 5

**VARIACIÓN DEL GASTO EN I+D**  
(En porcentaje)

	SECTORES					
	Tecnología alta	Tecnología media	Tecnología baja	Construcción	Comercio	Servicios
<b>1980-1988</b>						
Alemania .....	33,6	26,3	5,6	121,3	142,4	23,5
Austria .....	38,7	25,3	52,5	-3,1	42,3	25,3
Bélgica .....	46,2	28,0	4,4	8,0	102,3	-5,3
Dinamarca .....	55,1	29,4	40,0	63,6	94,9	38,6
España .....	110,8	94,4	56,7	-52,2	29,6	55,6
Francia .....	34,7	20,4	18,2	36,1	13,4	30,7
Reino Unido .....	-31,8	0,7	-21,8	16,5	149,9	2,1
Grecia .....	47,6	39,2	36,8	200,0	-43,6	48,3
Holanda .....	31,2	57,1	25,3	0,9	37,3	20,4
Irlanda .....	107,9	65,0	78,2	-16,7	115,9	48,4
Italia .....	81,5	86,7	66,3	-77,1	38,2	38,0
Japón .....	83,5	62,5	45,9	54,5	45,9	19,7
Portugal .....	28,1	-25,7	99,1	-67,0	200,0	66,6
Suecia .....	55,6	42,1	2,8	130,3	134,2	54,2
EE.UU. ....	32,9	45,3	9,4	-19,4	141,8	31,1
<b>1988-1995</b>						
Alemania .....	0,6	13,4	-1,6	-86,3	-46,6	22,9
Austria .....	15,4	10,0	-3,3	40,0	24,4	7,7
Bélgica .....	15,9	-2,9	16,2	-5,8	-26,0	28,8
Dinamarca .....	17,2	32,3	-3,0	-59,6	18,2	31,4
España .....	23,2	61,6	47,1	-78,4	119,4	43,3
Francia .....	29,7	16,1	41,8	30,1	178,2	6,9
Reino Unido .....	26,1	18,0	5,8	-157,9	10,7	-0,5
Grecia .....	105,1	11,1	71,5	-200,0	-8,6	64,1
Holanda .....	-6,9	7,2	28,7	-28,6	75,7	16,3
Irlanda .....	137,5	154,0	128,1	4,5	134	68,3
Italia .....	19,1	-2,1	13,1	-14,0	134,4	-0,1
Japón .....	51,7	22,5	5,0	21,9	5,0	10,7
Portugal .....	86,1	80,7	62,5	39,5	65,4	46,0
Suecia .....	53,8	15,0	-10,8	2,7	37,0	-5,3
EE.UU. ....	14,6	-37,3	20,0	-52,6	59,1	14,5

donde los subíndices  $i$  y  $t$  denotan sector y año respectivamente (nótese que, por simplicidad de exposición, hemos eliminado el subíndice de país);  $x_{it}$  es el vector de factores de producción en el período  $t$ , y  $w_{it}$ ,  $p_{it}^K$ , y  $p_{it}^R$  son los precios de dichos factores (trabajo, capital y capital tecnológico). Sin embargo, el problema dual asociado permite obtener las demandas de factores óptimas para cada valor del vector de precios de los factores y para cada nivel de producción. Estas funciones se denominan demandas de factores condicionadas:

$$l_{it} = \delta_0 + \delta_x' x_{i,t-1} + \delta_w w_{it} + \delta_K p_{it}^K + \delta_R p_{it}^R + \delta_y y_{it} + \varepsilon_{it}''$$

La principal ventaja de esta especificación es que los coeficientes asociados a los precios de los

*inputs* representan, para un nivel de *output* dado, efectos sustitución puros (véase Aguirregabiria y Alonso-Borrego, 1998).

Sin embargo, ambas especificaciones presentan el problema de la falta de medidas fiables de precios de capital físico y capital tecnológico. Para resolver este problema, pueden combinarse las funciones de demanda de capital físico y capital tecnológico y obtener expresiones de  $p_{it}^K$  y  $p_{it}^R$  aplicando el teorema de la función implícita, sustituyéndolas después en la función de demanda de trabajo condicionada al *output*:

$$l_{it} = \beta_0 + \beta_x' x_{i,t-1} + \beta_w w_{it} + \beta_K k_{it} + \beta_R r_{it} + \beta_y y_{it} + \varepsilon_{it}$$

Dependiendo de los supuestos que se hagan acerca de la estructura de costes de ajuste para los distintos factores de producción, algunos coeficientes del vector  $\beta_x$  pueden estar restringidos a tomar el valor 0. Así, consideraremos una especificación estática en la que se considera que los costes de ajuste son cero, de manera que:

$$I_{it} = \beta_0 + \beta_w W_{it} + \beta_K K_{it} + \beta_R r_{it} + \beta_y y_{it} + \varepsilon_{it}$$

## V. RESULTADOS

Dado que uno de los objetivos de nuestro análisis es comparar las elasticidades de la demanda de trabajo con respecto a los restantes factores de producción y con respecto al *output*, en nuestra especificación permitiremos que los coeficientes estimados sean distintos por países. Uno de los problemas que surgen a la hora de estimar una especificación de este tipo es que, dentro de cada país, puede existir heterogeneidad inobservable entre sectores que no queda capturada por los regresores, pero que generalmente está correlacionada con éstos. Suponemos que el término de error presenta una estructura del tipo

$$\varepsilon_{it} = \eta_i + \lambda_t + u_{it}$$

donde para un país determinado,  $\lambda_t$  captura *shocks* agregados que afectan a todos los sectores en igual magnitud y  $\eta_i$  es un efecto sectorial, que refleja el hecho de que para un nivel de producción dado y unas cantidades dadas de factores de producción, unos sectores pueden requerir cantidades mayores de trabajo que otros.

En el caso probable de que dicho efecto fijo esté correlacionado con los regresores, la estimación de MCO será inconsistente. Para resolver este problema, es necesario aplicar al modelo una transformación que elimine el efecto fijo de la ecuación. Una forma de hacerlo es utilizando la transformación intragrupos, que proporciona estimaciones consistentes siempre que el modelo incluya variables estrictamente exógenas.

En el cuadro n.º 6 presentamos la estimación intragrupos de una especificación estática del modelo, donde éste se ha estimado separadamente para cada país, para permitir que los coeficientes y la varianza del modelo sean distintos por países. Se han incluido también variables artificiales de tiempo para capturar el efecto de *shocks* idiosincráticos de país. El  $R^2$  es muy elevado en la mayoría de los países. Además, en todos ellos se confirma la importancia de los efectos fijos, a la vista del contraste *EF*.

Con la excepción de Portugal, el *output* real es positivo y altamente significativo en todos los países, si bien existen notables diferencias en la magnitud de la elasticidad del *output*. Estas elasticidades oscilan entre el 78 por 100 de Alemania y el 21 por 100 de Grecia. Encontramos menores elasticidades para aquellos países menos desarrollados (Portugal, Grecia, Irlanda), pero no puede establecerse un patrón claro que relacione la magnitud de estas elasticidades con el desarrollo económico. Por ejemplo, encontramos elasticidades relativamente bajas para Japón, Suecia y Dinamarca. Detrás de esta ausencia de relación entre la magnitud de las elasticidades empleo-*output* y el nivel de desarrollo económico pueden estar las diferencias institucionales en el mercado de trabajo, que pueden aumentar o disminuir la sensibilidad del nivel de empleo a la actividad económica. Los tres países arriba citados y, en particular, Japón se caracterizan por mercados de trabajo fuertemente regulados.

La elasticidad del empleo respecto al salario presenta el signo correcto y es significativa en todos los casos. De nuevo, el rango de valores es muy amplio entre países, donde los menores corresponden, como en el caso del *output*, a Grecia y Portugal. En la medida en que el cambio técnico reduzca la productividad relativa de los trabajadores no cualificados, un grado insuficiente de dispersión salarial puede afectar negativamente al empleo (al menos a corto plazo), al reducir más que proporcionalmente el empleo no cualificado. El efecto negativo del salario mínimo tiende a producirse cuando el salario mínimo eleva los salarios de determinados trabajadores por encima del salario competitivo. Este efecto negativo del salario mínimo es todavía más importante si, como se ha puesto en evidencia en el análisis descriptivo, el esfuerzo tecnológico se produce más intensamente en aquellos sectores que utilizan con mayor intensidad trabajo cualificado, en perjuicio de los trabajadores menos cualificados.

El capital físico tiene un efecto positivo y significativo en todos los países excepto Grecia e Italia, donde es negativo, y EE.UU., donde es positivo pero no significativo. Sorprende el pequeño valor de este coeficiente en el caso de EE.UU., que contrasta con los elevados valores de Francia y, muy especialmente, Suecia. Detrás de este reducido coeficiente para EE.UU. puede haber un problema de multicolinealidad asociado a la escasa variabilidad de esta variable a lo largo del período muestral. La crisis financiera sufrida por la economía americana en los años ochenta puede estar detrás de esta escasa variabilidad.



CUADRO N.º 6

## ESTIMACIONES DE LA ECUACIÓN DE EMPLEO

	$\ln(y)$	$\ln(w)$	$\ln(k)$	$\ln(r)$	$R^2$	EF
Alemania .....	0,7767 (31,19)	-0,5745 (20,52)	0,1351 (4,82)	0,0257 (1,59)	0,89	667,69 0,00
Austria .....	0,5528 (13,68)	-0,4068 (14,90)	0,0985 (2,30)	-0,0406 (2,01)	0,57	276,61 0,00
Bélgica .....	0,4897 (13,27)	-0,3874 (10,09)	0,0342 (0,99)	0,0219 (1,81)	0,46	311,24 0,00
Dinamarca .....	0,3291 (8,27)	-0,4052 (9,72)	0,2870 (11,34)	0,0660 (3,07)	0,65	235,69 0,00
España .....	0,4803 (12,61)	-0,6228 (15,42)	0,0882 (2,20)	0,0785 (6,38)	0,75	220,11 0,00
Finlandia .....	0,5350 (13,24)	-0,5585 (13,27)	0,2135 (3,95)	0,0553 (2,27)	0,77	116,29 0,00
Francia .....	0,5373 (11,91)	-0,3564 (8,49)	0,3057 (5,99)	0,0737 (3,12)	0,65	103,19 0,00
Reino Unido .....	0,6813 (16,95)	-0,6526 (20,39)	0,0353 (0,84)	0,0818 (1,94)	0,76	217,70 0,00
Grecia .....	0,2129 (9,18)	-0,0913 (4,99)	-0,0433 (1,36)	-0,0245 (5,10)	0,76	1046,85 0,00
Holanda .....	0,4960 (11,98)	-0,3572 (12,36)	0,1091 (7,13)	0,0084 (0,39)	0,64	139,70 0,00
Irlanda .....	0,2982 (10,54)	-0,3480 (11,26)	0,1663 (3,99)	0,0040 (0,36)	0,60	270,76 0,00
Italia .....	0,5752 (13,31)	-0,5888 (15,91)	-0,0878 (1,77)	-0,0094 (0,81)	0,66	260,91 0,00
Japón .....	0,3631 (10,97)	-0,3475 (10,31)	0,1430 (4,62)	0,0421 (3,69)	0,66	897,51 0,00
Portugal .....	-0,1143 (2,02)	-0,1070 (2,35)	0,2325 (3,63)	0,0487 (2,19)	0,34	151,81 0,00
Suecia .....	0,3382 (7,86)	-0,3830 (9,30)	0,4545 (7,51)	0,0451 (1,10)	0,64	179,39 0,00
EE.UU. ....	0,7083 (15,53)	-0,8290 (29,93)	0,0293 (0,94)	0,0499 (4,23)	0,79	196,53 0,00

## Notas:

— Período muestral: 1980-1995.

— Sectores 3 a 25 de la clasificación NACE-CLIO R-25.

— Estimaciones intragrupos con variables artificiales de tiempo. Estadísticos  $t$  entre paréntesis. El contraste EF contrasta la significación conjunta de los efectos sectoriales, distribuyéndose como una  $F(16,176)$ ; entre paréntesis se presenta el p-valor asociado o nivel de significación a partir del cual se rechaza la hipótesis nula de que los efectos sectoriales son cero.

La elasticidad del empleo respecto del capital tecnológico es positiva en la mayor parte de los países, aunque existen notables diferencias entre éstos. En concreto, esta variable es poco significativa para un buen número de países entre los que se encuentran algunos de elevado desarrollo como Alemania, Suecia y Holanda. La interpretación de este resultado sería que es el cambio tecnológico incorporado (recogido en el capital físico) el que tiene efecto sobre el empleo, mientras que el cambio tecnológico no incorporado (recogido en el capital en I+D) no tiene influencia adicional. Por tanto, el cambio técnico derivado de la innovación y no in-

corporado al capital físico es para estos países neutral respecto al empleo. Una explicación alternativa puede estar relacionada con el fuerte proceso de reestructuración que sufren estas economías, impulsado, entre otros factores, por el elevado coste relativo de la mano de obra. A este respecto, es importante tener en cuenta la diferente evolución reciente de economías como Holanda y Alemania. Mientras que la primera ha realizado un fuerte ajuste del coste salarial, que le ha permitido recuperar tasas de crecimiento del 3 por 100, Alemania sigue sufriendo un fuerte problema de desempleo, intensificado por los problemas en el

ajuste del coste de la mano de obra tras el proceso de reunificación.

Existen, no obstante, tres países —Austria, Italia y Grecia— para los que se encuentra una elasticidad del capital en I+D negativa. No obstante, este coeficiente no es significativamente distinto de cero en el caso de Italia. Destaca además que esta elasticidad es negativa y muy significativa en el caso de Grecia. Esta evidencia sugiere que el gasto en I+D tiene un efecto neto negativo sobre el empleo, de modo que el cambio tecnológico no incorporado asociado a la innovación es ahorrador de mano de obra. Sin embargo, existen diferencias importantes en las estimaciones para estos países, y por lo tanto en la posible interpretación de este coeficiente negativo. Llegados a este punto, es interesante hacer una referencia a uno de los aspectos que más ha centrado la atención de la literatura, y que no es otro que el efecto del sesgo del cambio tecnológico. La evidencia encontrada confirma que son los países con una relación capital-trabajo más baja aquellos en los que el cambio tecnológico tiende a ser más sesgado hacia el uso del capital y más ahorrador de mano de obra. En el caso de Grecia, este efecto es particularmente relevante, sobre todo si tenemos en cuenta que también la elasticidad del empleo respecto al capital es, como veremos más adelante, negativa (lo que supone que el cambio tecnológico incorporado tiene un efecto negativo sobre el empleo). En el caso de Austria, el capital físico tiene un efecto positivo y claramente significativo, por lo que el cambio técnico incorporado afecta positivamente al empleo.

En el caso de Grecia, el capital físico presenta también un coeficiente negativo (aunque poco significativo), lo que, unido al efecto negativo del capital en I+D, supone que el cambio técnico, incorporado y no incorporado, ha afectado negativamente al empleo. Esta evidencia resulta menos sorprendente en tanto que Grecia es, con diferencia, el país con menor grado de desarrollo económico y con menor grado de cualificación de su mano de obra, y ha experimentado el proceso de reestructuración sectorial con un importante retraso con respecto al resto de los países de la muestra. Además, Grecia es el país con menor nivel relativo de gasto en I+D, y éste se destina en su mayor parte al sector servicios.

Aunque Portugal es, junto con Grecia, uno de los países menos desarrollados dentro de la UE, se encuentran diferencias muy importantes en las estimaciones entre estos dos países. Las mayores similitudes están en la baja elasticidad del empleo respecto al *output*, así como en la inelasticidad del

empleo respecto al salario. Sin embargo, los coeficientes de capital físico y tecnológico sugieren, en el caso de Portugal, complementariedad respecto al empleo, en contraposición a Grecia. Si bien ambos países presentan importantes rigideces en el funcionamiento del mercado de trabajo, también se observan importantes diferencias. Particularmente, mientras Grecia ha mantenido las regulaciones sobre despidos encaminadas a proteger el empleo, Portugal ha levantado buena parte de dichas regulaciones. Este hecho puede provocar que el ajuste del empleo a corto plazo en favor de trabajadores con mayor grado de complementariedad con las nuevas tecnologías haya sido más rápido en el caso de Portugal, lo que explicaría la complementariedad del empleo con el capital físico y el tecnológico. Como caso polar a Grecia aparece Francia, que muestra un importante efecto positivo y significativo del cambio técnico incorporado y no incorporado, con elevados coeficientes del capital físico y tecnológico. Precisamente Francia destaca por su elevado nivel de gasto en I+D en relación con su PIB, así como una elevada cualificación media de su población activa.

Un resultado interesante es que EE.UU., que destaca como el país con mayor esfuerzo innovador, tiene un coeficiente del capital tecnológico positivo, pero que no figura entre los mayores de los países analizados. Esto hecho apunta a que el efecto del I+D sobre el empleo tiende a ser positivo, pero a una tasa decreciente. Por otro lado, aunque el cambio tecnológico parece contribuir a crear más empleo cualificado, las posibilidades de creación de este tipo de empleo pueden reducirse si el salario relativo de los trabajadores cualificados crece debido a la presión de la demanda sobre este colectivo de trabajadores. Precisamente, Machin y Van Reenen (1998) encuentran que en EE.UU. los salarios de los trabajadores cualificados crecen más deprisa que en otros países.

También se llevó a cabo la estimación de una especificación dinámica que incluía el empleo desfasado como regresor, lo que es consistente con la existencia de costes de ajuste en el empleo. Por simplicidad de exposición, los resultados no se presentan aquí. En este caso, el estimador intragrupos no proporciona estimaciones consistentes, debido a la existencia de variables endógenas desfasadas. Cuando se recurrió a la estimación por variables instrumentales del modelo dinámico transformado en primeras diferencias, las estimaciones se muestran enormemente imprecisas, lo que parece deberse a la falta de buenos instrumentos para los regresores (en particular, para la variable endógena desfasada, donde la correlación entre la variable



transformada y los instrumentos disponibles es muy pequeña).

Con objeto de evaluar la sensibilidad de los resultados al procedimiento de estimación utilizado, se ha estimado por variables instrumentales la especificación estática a partir de una transformación en primeras diferencias. Como instrumentos, se han utilizado los retardos en  $t-2$  y  $t-3$  de las variables explicativas. Los resultados se encuentran en el cuadro n.º 7. Puede apreciarse que aunque disminuye notablemente la precisión de las estimaciones, la mayor parte de los resultados cualitativos coinciden con las estimaciones intragrupos. Las

mayores diferencias se encuentran en los coeficientes del capital físico y del capital tecnológico, precisamente las variables cuyo efecto se capturaba con menor precisión.

Finalmente, para analizar si los resultados tienen alguna sensibilidad a la definición de la variable dependiente, hemos reestimado el modelo estático utilizando el empleo en horas, además de introducir el salario hora como variable explicativa. Los resultados, incluidos en el cuadro n.º 8, no son cualitativamente diferentes de los obtenidos con el empleo definido como número de trabajadores. El hecho de que no aparezcan diferencias importan-

CUADRO N.º 7

ESTIMACIONES POR VARIABLES INSTRUMENTALES DE LA ECUACIÓN DE EMPLEO EN PRIMERAS DIFERENCIAS

	$\ln(y)$	$\ln(w)$	$\ln(k)$	$\ln(r)$	F
Alemania.....	0,6414 (8,95)	-0,4154 (4,66)	0,2689 (2,81)	0,0610 (1,16)	25,43
Austria.....	0,2949 (2,94)	-0,3246 (2,82)	0,1961 (1,29)	-0,0232 (1,04)	8,36
Bélgica.....	0,2756 (2,79)	-0,2232 (2,88)	0,1143 (1,21)	0,0197 (0,48)	5,00
Dinamarca.....	0,0457 (0,60)	-0,1282 (1,43)	0,3059 (4,32)	0,1452 (2,81)	16,40
España.....	0,3217 (3,23)	-0,4611 (2,73)	0,0708 (0,30)	0,1181 (1,81)	13,59
Finlandia.....	0,3207 (2,88)	-0,4168 (2,30)	0,3033 (1,78)	-0,0097 (0,13)	17,03
Francia.....	0,2388 (3,36)	-0,2070 (3,07)	0,3999 (4,21)	0,0806 (2,76)	18,23
Reino Unido.....	0,4839 (7,55)	-0,4951 (8,17)	0,0853 (0,63)	0,0842 (1,93)	26,79
Grecia.....	0,2284 (2,47)	-0,0948 (1,64)	-0,0321 (0,26)	-0,0114 (0,48)	7,71
Holanda.....	0,3906 (3,00)	-0,3554 (1,98)	0,0929 (0,79)	0,0381 (0,90)	19,83
Irlanda.....	0,1280 (1,56)	-0,3993 (4,16)	0,3240 (1,74)	0,0019 (0,05)	5,14
Italia.....	0,2867 (3,86)	-0,3663 (4,47)	0,0483 (0,37)	0,0370 (1,52)	18,44
Japón.....	0,3419 (5,93)	-0,3449 (4,53)	0,1910 (1,69)	0,0448 (1,57)	13,73
Portugal.....	-0,0772 (0,37)	-0,2655 (1,21)	0,1897 (1,08)	0,0333 (0,68)	7,22
Suecia.....	0,2124 (0,49)	-0,2367 (2,54)	0,4089 (2,88)	0,0807 (0,88)	12,35
EE.UU.....	0,6031 (5,05)	-0,7454 (5,74)	0,1251 (1,54)	0,0715 (1,71)	15,82

Notas:

— Período muestral: 1980-1995.

— Sectores 3 a 25 de la clasificación NACE-CLIO R-25.

— Estimaciones con variables artificiales de tiempo. Estadísticos  $t$  robustos a heterocedasticidad entre paréntesis. El contraste  $F$  contrasta la significación conjunta de todos los regresores.

CUADRO N.º 8

## ESTIMACIONES DE LA ECUACIÓN DE EMPLEO (EMPLEO DEFINIDO EN HORAS)

	$\ln(y)$	$\ln(w)$	$\ln(k)$	$\ln(r)$	$R^2$	EF
Alemania .....	0,8056 (32,56)	-0,5991 (20,97)	0,1102 (3,90)	0,0335 (2,03)	0,90	637,42 0,00
Austria .....	0,5496 (13,46)	-0,4111 (14,94)	0,1095 (2,52)	-0,0406 (1,99)	0,58	258,76 0,00
Bélgica .....	0,5617 (14,70)	-0,5151 (14,03)	0,0156 (0,42)	0,0211 (1,63)	0,52	249,51 0,00
Dinamarca .....	0,3430 (8,33)	-0,4149 (9,42)	0,2788 (10,73)	0,0748 (2,35)	0,64	217,06 0,00
España .....	0,4654 (12,30)	-0,6150 (15,20)	0,0779 (1,96)	0,0853 (6,88)	0,75	220,42 0,00
Finlandia .....	0,5692 (14,09)	-0,6093 (14,89)	0,1923 (3,49)	0,0694 (2,77)	0,82	96,02 0,00
Francia .....	0,5112 (11,56)	-0,3327 (8,11)	0,3090 (6,27)	0,0940 (4,05)	0,75	106,54 0,00
Reino Unido .....	0,7075 (18,52)	-0,6702 (22,48)	0,0082 (0,20)	0,1015 (7,08)	0,80	212,50 0,00
Grecia .....	0,2376 (8,76)	-0,1032 (4,79)	-0,1101 (2,95)	-0,0157 (2,83)	0,77	705,04 0,00
Holanda .....	0,5011 (11,15)	-0,4143 (13,83)	0,0914 (5,55)	0,0273 (1,16)	0,59	119,69 0,00
Irlanda .....	0,3035 (10,49)	-0,3698 (11,90)	0,1447 (3,41)	-0,0025 (0,22)	0,59	254,17 0,00
Italia .....	0,5521 (12,85)	-0,5615 (15,08)	-0,0956 (2,01)	-0,0133 (1,17)	0,64	252,46 0,00
Japón .....	0,3978 (12,29)	-0,3730 (11,22)	0,1119 (3,58)	0,0368 (3,16)	0,59	930,36 0,00
Portugal .....	-0,0693 (1,15)	-0,1697 (3,55)	0,2309 (3,37)	0,0581 (2,45)	0,23	133,70 0,00
Suecia .....	0,3558 (8,21)	-0,4021 (9,73)	0,4480 (7,30)	0,0525 (1,27)	0,62	158,26 0,00
EE.UU. ....	0,7074 (15,60)	-0,8253 (29,98)	0,0256 (0,82)	0,0530 (4,46)	0,80	198,31 0,00

## Notas:

— Período muestral: 1980-1995.

— Sectores 3 a 25 de la clasificación NACE-CLIO R-25.

— Estimaciones intragrupos con variables artificiales de tiempo. Estadísticos  $t$  entre paréntesis. El contraste EF contrasta la significación conjunta de los efectos sectoriales, distribuyéndose como una  $F(16,176)$ ; entre paréntesis se presenta el p-valor asociado o nivel de significación a partir del cual se rechaza la hipótesis nula de que los efectos sectoriales son cero.

tes no es sorprendente, dado que las diferencias en las horas trabajadas por individuo entre países y entre sectores de un mismo país están controladas, al utilizar una ecuación para cada país y permitir la existencia de efectos individuales específicos de sector.

## VI. CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo es aportar evidencia sobre el efecto del cambio técnico en el empleo. Para ello, se ha realizado un análisis —primero es-

tadístico y después econométrico—, a partir de la información procedente de la Base de Datos Sectorial del Departamento de Estudios Europeos de FUNCAS (BDS-DEE-FUNCAS), para 16 países de la OCDE, en el período 1980-1995.

El análisis estadístico preliminar revela que la correlación entre empleo y esfuerzo tecnológico tiende a ser mayor para los sectores más intensivos en tecnología. Asimismo, las industrias más intensivas en tecnología tienden a ser las mismas en los distintos países. Hay que notar, sin embargo, que los países de menor desarrollo presentan cierto comportamiento diferenciado en cuanto al es-



fuerzo tecnológico por sectores. En estos países, el sector servicios tiene un peso muy superior en su participación en el gasto total en I+D.

Los resultados de la estimación de ecuaciones de empleo por países muestran que la elasticidad del capital tecnológico es positiva en la mayoría de los casos, con un rango de valores entre el 2 y el 8 por 100. Este resultado, y el hecho de que las elasticidades del capital físico son positivas para la mayoría de los países, sugiere que el progreso técnico, incorporado y no incorporado, afecta positivamente al empleo. Como excepción más notable cabe citar el caso de Grecia, donde el cambio técnico es fundamentalmente ahorrador de mano de obra. También encontramos diferencias significativas entre países en la elasticidad del *output* y del salario, que en buena medida pueden estar asociadas a diferencias institucionales en el funcionamiento del mercado de trabajo.

La no disponibilidad de datos a escala de empresa ha impedido la consideración de algunas cuestiones relevantes como las estructuras de mercado, la interacción de empresas dentro de un sector y la entrada de nuevos competidores. Además, la ausencia de un grado suficiente de diferenciación de los *inputs*, especialmente del trabajo, puede conllevar que las elasticidades de empleo obtenidas encubran cambios importantes en la composición de la mano de obra.

#### NOTAS

(\*) Este trabajo ha sido realizado durante la estancia del autor en el Departamento de Estudios Europeos de FUNCAS. Agradezco los comentarios de Carmela Martín y la ayuda de Patxi Perales en el tratamiento de los datos.

(1) En este caso, dado el reducido tamaño muestral y la enorme heterogeneidad en los niveles de estas variables entre países, el coeficiente de correlación de rango puede ser más informativo de la relación entre empleo y esfuerzo tecnológico que un coeficiente de correlación simple.

#### BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRREGABIRIA, V., y ALONSO-BORRERO, C. (1998), «Occupational structure, technological innovation, and reorganization of production», Universidad Carlos III de Madrid, mimeo.
- BARRO, R., y GROSMAN, H. (1971), «A general disequilibrium model of income and unemployment», *American Economic Review*, 61, páginas 82-93.
- EUROPEAN COMMISSION (1996a), *Employment in Europe 1996*, European Communities, Luxembourg.
- (1996b), *Labour market studies, several countries*, European Communities, Luxembourg.
- FAGERBERG, J. (1991), «Technology and regulation in a classical model of economic growth», *European Journal of Political Economy*, 7.
- HALL (1990), «Invariance properties of Solow productivity residual», en P. DIAMOND (comp.), *Growth, productivity, unemployment*, MIT Press, Cambridge (Massachusetts).
- HICKS, J. (1973), *Capital and time*, Oxford University Press, Oxford.
- LUCAS, R. (1988), «On the mechanics of economic development», *Journal of Monetary Economics*, 22, págs. 3-42.
- MACHIN, S., y VAN REENEN, J. (1998), «Technology and changes in skill structure: evidence from seven OECD countries», *Quarterly Journal of Economics*, CXIII, págs. 1.215-1.244.
- MALINVAUD, E. (1997), *The theory of unemployment reconsidered*, Basil Blackwell, Oxford.
- MARTÍN, C., y RODRÍGUEZ-ROMERO, L. (1983), «Cambio técnico y empleo. Nuevas dimensiones de un problema secular», en MARTÍN, C., y RODRÍGUEZ-ROMERO, L. (comp.), *Tecnología y empleo*, Colección OGEIN, n.º 3, Fundación Empresa Pública, Madrid.
- NEARY, P. (1981), «On the short run effects of technological progress», *Oxford Economic Papers*, 33, págs. 224-233.
- OCDE (1996), *Perspectivas del empleo, 1996*, publicado por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- PETIT, P. (1995), «Employment and technological change», en P. STONEMAN (comp.), *Handbook of the economics of innovation and technological change*, Basil Blackwell, Oxford, Reino Unido.
- ROMER, P. (1986), «Increasing returns and long run growth», *Journal of Political Economy*, 94, págs. 1.002-1.037.
- (1990), «Endogenous technological change», *Journal of Political Economy*, 98, págs. S71-S102.
- SINCLAIR, P. (1981), «When will technical progress destroy jobs?», *Oxford Economic Papers*, 33, págs. 1-18.
- SNOWER, D. (1998), «The organizational revolution and its implications for job creation», en J. GUAL (comp.), *Job creation. The role of labour market institutions*, Edward Elgar, Cheltenham, Reino Unido.
- SYLOS LABINI, P. (1990), «Technical progress, unemployment and economic dynamics», *Structural Change and Economic Dynamics*, 1, páginas 41-55.

### Resumen

Los resultados de la estimación de ecuaciones de empleo para dieciséis países de la OCDE durante el período 1980-1995, muestran que la elasticidad del capital tecnológico es positiva en la mayoría de los casos, con un rango de valores entre el 2 y el 8 por 100. Este resultado, y el hecho de que las elasticidades del capital físico también sean positivas para el grueso de los países, sugiere que, por lo general, el progreso técnico, incorporado y no incorporado, afecta positivamente al empleo.

*Palabras clave:* empleo, cambio técnico.

### Abstract

The results of the estimation of employment equations for sixteen OECD countries during the period 1980-1995 show that the elasticity of technological capital is positive in the majority of cases, with a range of values between 2-8 per cent. This result and the fact that the elasticities of physical capital are also positive for the bulk of the countries suggest that, generally speaking, technical progress, whether incorporated or not, has a positive impact on employment.

*Key words:* employment, technical change.

*JEL classification:* J23, O33, O50.